



DEUTSCHES
PATENTAMT

12 Offenlegungsschrift
11 DE 31 12307 A1

51 Int. Cl. 3:
F16K31/06
H 01 F 7/16

21 Aktenzeichen:
22 Anmeldetag:
43 Offenlegungstag:

P 31 12 307.4-12
28. 3. 81
14. 10. 82

Offenlegungsschrift

71 Anmelder:

FAG Kugelfischer Georg Schäfer & Co, 8720 Schweinfurt,
DE

72 Erfinder:

Prenzel, Karl, 8500 Nürnberg, DE; Schürr, Heinrich,
Dipl.-Ing., 8522 Herzogenaurach, DE; Wittmann, Heinrich,
8500 Nürnberg, DE

59 Recherchenergebnis gem. § 43 Abs. 1 Satz 1 PatG:

DE-AS	22 55 272
DE-OS	28 23 257
DE-OS	27 14 091
DE-OS	24 42 372
DE-OS	26 58 456
DE-OS	21 17 579

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

64 Elektromagnetisch betätigtes Ventil

In dem rollenförmigen Anker des Magneten des Ventiles sind Taschen eingearbeitet, in denen magnetisierbare oder nicht magnetisierbare Kugeln gelagert sind. Diese gleiten an der Innenseite eines den Anker umgebenden Führungsrohres. Sie stellen keine Kugellagerung dar, sondern haben hier den Zweck, einen stets definierten Strömungsspalt für das Hydrauliköl zwischen Anker und Führungsrohr zu bilden. Außerdem wird eine größtmögliche Fläche für den Übertritt der magnetischen Feldlinien in den Anker geschaffen.

(31 12 307)

DE 31 12307 A1

DE 31 12307 A1

3112307

3112307

FAG KUGELFISCHER GEORG SCHÄFER & CO.
Schweinfurt

26. März 1981

Elektromagnetisch betätigtes Ventil

A n s p r ü c h e :

1. Elektromagnetisch betätigtes Ventil, bei dem in einem gleichzeitig als Halterung für die Magnetwirkung dienenden Führungsrohr ein von Hydrauliköl umspülter, rollenförmiger und ein Antriebsglied für das Ventil-Schließglied tragender Magnetanker längsbeweglich gelagert ist, welcher mit einem stopfenförmigen Magnetjoch in dem Führungsrohr zusammenarbeitet, in Kombination gekennzeichnet dadurch, daß in der Oberfläche des Magnetankers (10) Taschen (22) angeordnet sind, in denen einzelne magnetisierbare oder nicht magnetisierbare Kugeln (20, 21) gelagert sind, welche an der Innenseite des Führungsrohres (12, 13, 14) gleiten, daß das Führungsrohr in an sich bekannter Weise aus einem aus nicht magnetisierbarem rostfreiem Stahl bestehenden und den Arbeitsluftspalt umgebenden Mittelstück (13) und zwei aus weichmagnetischem Stahl bestehenden Endstücken (12, 14) besteht, welche durch Schweißung miteinander verbunden sind, und daß in an sich bekannter Weise an der Berührungsstelle des Magnetankers an dem Magnetjoch (16) Mittel zum Verhindern des Klebens des Magnetankers vorgesehen sind.

28.03.81

3112307

- 2 -

2. Ventil nach Anspruch 1, d a d u r c h g e k e n n -
z e i c h n e t , daß zum Verhindern des Klebens an dem
Magnetjoch (16) ein nicht-magnetischer Flachring (27)
angeordnet ist und die korrespondierende Stirnfläche
des Magnetankers mit mindestens einer kreisförmigen (26)
und mehreren radialen Nuten (25) versehen ist, welch
letztere ein unsymmetrisches Lichtraumprofil aufweisen.

Die Erfindung bezieht sich auf ein elektromagnetisch betätigtes Ventil, bei dem in einem gleichzeitig als Halterung für die Magnetwicklung dienenden Führungsrohr ein von Hydraulikflüssigkeit umspülter, rollenförmiger und ein Antriebsglied für das Ventilschließglied tragender Magnetanker längsbeweglich gelagert ist, welcher mit einem stopfenförmigen Magnetjoch in dem Führungsrohr zusammenarbeitet.

Es ist Aufgabe der Erfindung, ein Ventil dieser Art bezüglich seines kompletten Elektromagnetteiles so auszubilden, daß es für hohe Hydraulikdrücke, beispielsweise um 630 bar, verwendbar ist, wobei der Elektromagnet ein besonders großes Verhältnis von Kraftausbeute zu Bauvolumen aufweisen und dadurch einen raumsparenden Aufbau eines derartigen Hochdruck-Hydraulikventils ermöglichen soll.

Die Lösung dieser Aufgabe erfolgt dadurch, daß in der Oberfläche des Magnetankers Taschen angeordnet sind, in denen einzelne magnetisierbare oder nicht magnetisierbare Kugeln gelagert sind, welche an der Innenseite des Führungsrohres gleiten, daß das Führungsrohr in an sich bekannter Weise aus einem aus nicht magnetisierbarem rostfreiem Stahl bestehenden und den Arbeitsluftspalt umgebenden Mittelstück und zwei aus weich-magnetischem Stahl bestehenden Endstücken besteht, welche durch Schweißung miteinander verbunden sind, und daß in an sich

bekannter Weise an der Anlagestelle des Magnetankers an dem Magnetjoch Mittel zum Verhindern des Klebens des Magnetankers vorgesehen sind.

Eine vorteilhafte Ausgestaltung dieses Ventils bezieht sich auf die Mittel zum Verhindern des Klebens des Ankers im erregten Zustand und besteht darin, daß an dem Magnetjoch ein nicht-magnetischer Flachring angeordnet ist und die korrespondierende Stirnfläche des Magnetankers mit mindestens einer kreisförmigen und mehreren radialen Nuten versehen ist, welche letztere ein unsymmetrisches Lichtraumprofil aufweisen.

Es ist zwar aus der deutschen OS 28 23 257 schon bekannt, einen im wesentlichen rollenförmigen Anker eines elektromagnetisch betätigten Ventils über Kugeln zu lagern. Dort handelt es sich jedoch um ausgesprochene Kugellagerkränze, welche in Ringnuten des Ankers angeordnet sind, wobei die Nuten wesentlich breiter sind als der Durchmesser der Kugellagerkugeln. Dies deswegen, damit die Kugeln beim Bewegen des Ankers eine echte Rollbewegung in Längsrichtung des Ankers ausführen können. Dort wird jedoch der Anker nicht von Hydraulikflüssigkeit umspült und es sind auch keine Mittel ersichtlich, die jene Konstruktion für die Anwendung bei ausgesprochen hohen Hydraulikdrücken verwendbar machen könnten. Die Verwendung der breiten Ringnuten bedingt eine erhebliche Beschränkung des Übergangs der magnetischen

Feldlinien in den Anker, die für ein Hochdruckventil der hier anstehenden Art nicht tragbar ist. Außerdem ist jene Konstruktion durch die Verwendung von Kugellagerkäfigen und radialen Trennwänden für die Kugeln relativ aufwendig.

Die Erfindung verzichtet demgegenüber von vornherein auf Kugellager im eigentlichen Sinn. Die Anordnung einzelner Kugeln in individuellen Taschen des Ankers steht dabei einer Drehung der Kugeln entgegen. Wie leicht ersichtlich, steht durch die Verwendung einzelner Kugeln eine größtmögliche Oberfläche des Ankers für den Eintritt der magnetischen Feldlinien zur Verfügung.

Die Unterteilung des Führungsrohres in drei miteinander verschweißte Rohrstücke ist an sich aus der deutschen Patentschrift 26 28 190 bekannt. Aus ihr ist jedoch nicht ersichtlich, daß gerade die dort mehr am Rande erwähnte Konstruktion - wie sich überraschenderweise gezeigt hat - für die hohen Belastungen geeignet ist, denen das Ankerführungsrohr in einem Hochdruckventil für beispielsweise 630 bar ausgesetzt ist.

Es hat sich weiter gezeigt, daß bei der erfindungsgemäßen Ausbildung der Magnetanker bei seiner Längsbewegung auch kleine Drehbewegungen ausführt. Dies hat den Vorteil, daß sich im Laufe der Zeit kaum

Längsvertiefungen in dem Führungsrohr ausbilden können. Durch die Ausbildung der Stirnfläche des Magnetankers mit mindestens einer kreisförmigen und mehreren radialen Nuten, welche letztere ein unsymmetrisches Lichtraumprofil aufweisen, wird dem Anker bei seiner Längsbewegung zusätzlich ein kleiner Drehimpuls mitgeteilt, wodurch die genannte Drehbewegung unterstützt wird.

Die Erfindung wird nachstehend anhand eines in der Zeichnung veranschaulichten Ausführungsbeispiels erläutert.

Es zeigen:

Fig. 1 das erfindungsgemäße Ventil in schematisierter Darstellung und im Längsschnitt,

Fig. 2 eine vergrößerte Darstellung der Anlagestelle des Magnetankers an dem Magnetjoch,

Fig. 3 einen Blick auf die Stirnseite des Magnetankers,

Fig. 4 eine Einzelheit aus Fig. 3.

Das Schließglied des Ventils besteht aus der Kugel 1, welche im Ventilsitz 2 sitzt und unter der Kraft der Feder 3 steht. Die

Hydraulikölauführung ist mit 4 bezeichnet und mündet in den Drucksammelraum 5. Stromabwärts ist der Drucksammelraum 6 angeordnet, der in den Hydraulikölabfluss 7 mündet.

Die Ventilkugel 1 kann aus ihrem Sitz bewegt werden durch das Zwischenstück 8, welches an der Betätigungsstange 9 sitzt. Letztere ist an dem rollenförmigen Magnetanker 10 befestigt.

Über den Kanal 11 steht der Raum um die Betätigungsstange 9 und den Magnetanker 10 unter dem Druck des durch die Öffnung 4 zugeführten Hydrauliköles.

Das Führungsrohr für den Magnetanker 10 besteht aus dem weichmagnetischen Teil 12, dem nicht magnetisierbaren und aus rostfreiem Stahl bestehenden mittleren Teil 13 sowie einem weiteren weichmagnetischen Teil 14. Die genannten Teile sind von der Erregerwicklung 15 umgeben.

Im Teil 14 befindet sich ein stopfenförmiges Joch 16. Der magnetische Rückschluß wird durch ein weichmagnetisches Rohr 17 bewirkt, welches die Wicklung 15 umgibt. Mit 18 ist ein Dichtungskörper bezeichnet, der durch eine Schraube 19 gesichert ist.

In der Oberfläche des Ankers 10 befinden sich nicht-magnetische Kugeln 20 und 21. Diese sitzen in individuellen Taschen. In

Fig. 2 ist eine solche Tasche mit 22 angedeutet. Die Teile 12, 13 und 14 sind durch Elektronenstrahlschweißung miteinander verbunden, wie durch 23 und 24 angedeutet. Wie weiter aus Fig. 2 ersichtlich, sind an der Stirnseite des Magnetankers 10 Radialnuten 25 und mindestens eine ringförmige Nut 26 angeordnet. Ein aus nicht-magnetischem Material bestehender Flachring 27 ist an dem Joch 16 befestigt und dient zusammen mit den Nuten 25 und 26 dazu, ein Kleben des Ankers 10 am Joch 16 zu verhindern. Wie aus Fig. 4 ersichtlich, die einen Schnitt gemäß der Linie a-b aus Fig. 3 darstellt, haben die Nuten 25 ein unsymmetrisches Lichtraumprofil, hier das Profil eines rechtwinkligen Dreiecks.

Die Arbeitsweise des Ventils ist leicht zu verstehen. Wenn die Wicklung 15 unter Spannung gesetzt wird, entsteht ein Magnetfeld, welches vom Teil 12 ausgehend in den Anker 10 eintritt und über das Joch 16, das Teil 14 und über den Rückschlußzylinder 17 zurück in das Teil 12 verläuft. Dadurch entsteht zwischen Anker 10 und Joch 16 eine erhebliche Anziehungskraft. Diese bewirkt, daß sich der Anker 10 auf das Joch 16 zu bewegt und mit den Betätigungsgliedern 8 und 9 die Ventilkugel 1 vom Sitz 2 abhebt.

Wie ersichtlich, wird durch die in der Oberfläche des Ankers 10 sitzenden Kugeln nur eine verschwindend geringe Fläche benötigt.

Demgemäß ist für die aus dem Teil 12 in den Anker 10 übergehenden Feldlinien eine maximale Übertrittsfläche gegeben. Dies ermöglicht eine im Verhältnis zur Größe der gesamten Elektromagneteinheit maximale Betätigungskraft. Die Kugeln brauchen dabei nicht unbedingt in Querebenen des Ankers 10 zu sitzen, wie in Fig. 1 gezeichnet; sie können auch in axialen Reihen angeordnet sein. Die Anzahl der Kugeln ist nur durch die praktischen Erfordernisse der Ankerführung bedingt. Die Kugeln haben hier nur den Zweck, einen stets definierten Strömungsspalt für das Hydrauliköl zwischen den Teilen 12 bzw. 13 und dem Anker 10 zu bewirken. Ein solcher genau definierter Strömungsspalt ist bei den hier anstehenden hohen Drücken von beispielsweise 630 bar von besonderer Bedeutung.

Die Kugeln 20, 21 können aus magnetisierbarem oder nicht magnetisierbarem Material bestehen. Kugeln aus magnetisierbarem Material haben den Nachteil, daß der magnetische Fluß über sie läuft. Das bewirkt, daß die Kugeln der einen Seite des Ankers 10 am Führungsrohr kleben, wodurch die einwandfreie Funktion des Ankers beeinträchtigt wird. Dieser Nachteil tritt bei nicht magnetisierbaren Kugeln nicht auf.

Bei der Bewegung des Ankers 10 in Richtung auf das Magnetjoch 16 wird aus dem Spalt zwischen beiden Hydrauliköl in Richtung zum

- 10 -

Teil 12 verdrängt. Dadurch wird über die Radialnuten 25 ein geringer Drehimpuls auf den Anker 10 ausgeübt. Dies wird noch gefördert dadurch, daß die Nuten 25 sich nicht exakt zur Rotationsachse des Ankers 10 hin erstrecken. Wie die Erfahrung zeigt, wird aber bereits schon ein Drehimpuls erzeugt, wenn die Nuten 25 streng radial verlaufen.

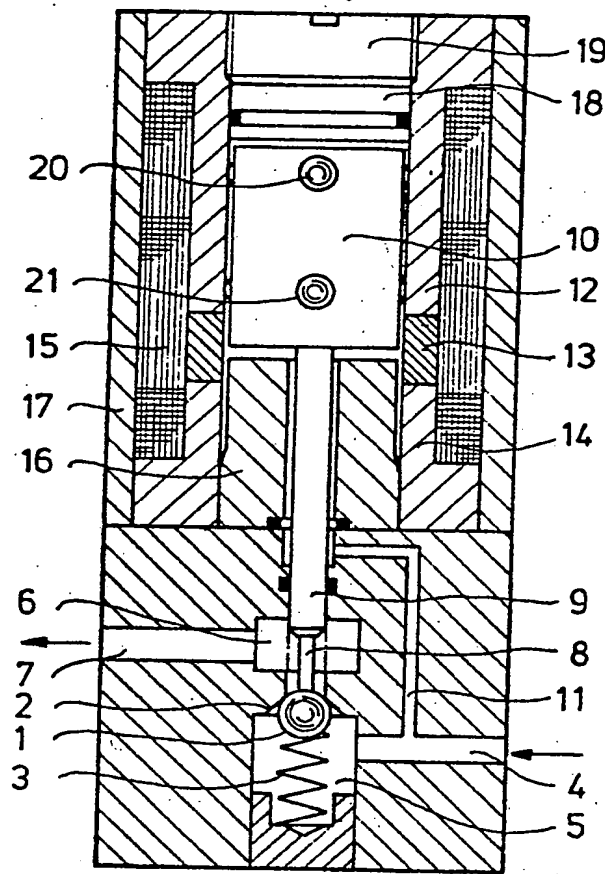


Fig. 1

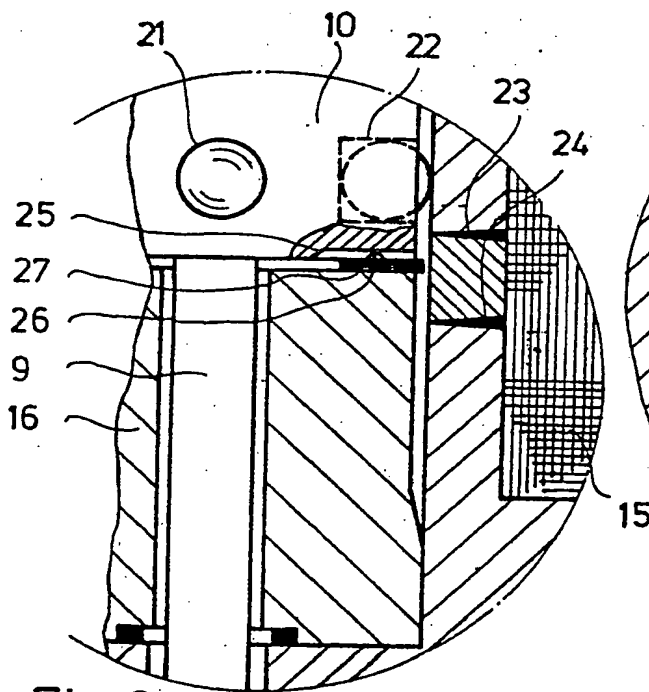


Fig. 2

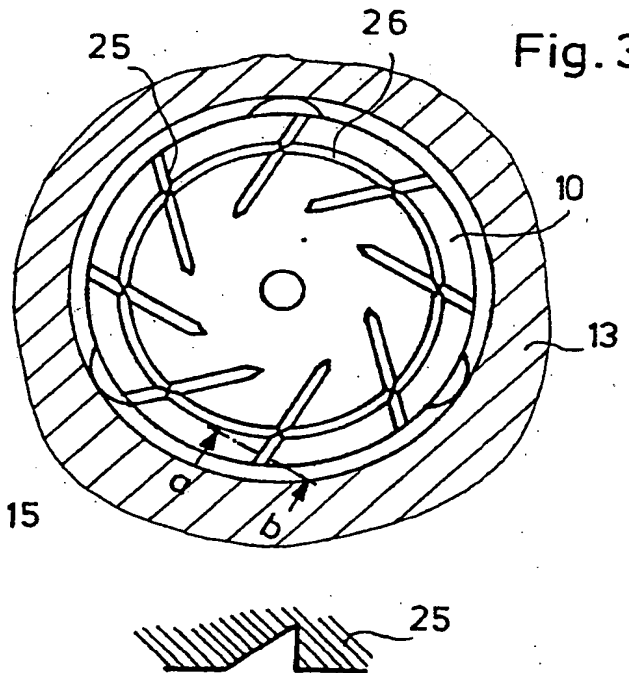


Fig. 3



Fig. 4